

Mittelwürmzeitliche Höhlenbären und ihre Nahrungspräferenz – Forschungen aus der Neuen Laubenstein-Bärenhöhle/Chiemgau

WILFRIED ROSENDAHL und GISELA GRUPE

Mit 2 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Tafel

Zusammenfassung

Die 1996 im Laubensteingebiet bei Frasdorf (Chiemgau) entdeckte Höhle lieferte vor allem Reste von *Ursus spelaeus* und *Ursus arctos*. Es handelt sich um die erste alpine Höhlenbärenhöhle auf deutschem Staatsgebiet. Neben einer Probegrabung wurden zahlreiche Spezialuntersuchungen, darunter auch ^{14}C -Datierungen und Kollagenisotopie an verschiedenen Knochenfunden vom Höhlenbären durchgeführt.

Die Analyse der Kollagenisotopie erbrachte eine Nahrungspräferenz des Laubenstein-Höhlenbären auf C_3 -Pflanzen und bestätigte damit die Untersuchungen anderer Forschergruppen. Die Anwesenheit der Höhlenbären in der Höhle datiert in den Hengelo-Denekamp Interstadialkomplex (OIS 3).

Summary

(^{14}C -dating and collagen isotopy – first research results from an alpine cave bear cave in Germany)

The cave discovered in 1996 in the Laubenstein area (Chiemgau / Bavarian Alps) contained mainly rests of *Ursus spelaeus* and *Ursus arctos*. This cave is the first alpine cave bear bearing cave in Germany.

A test pit was dug and numerous special analyses, for example collagen isotopy and absolute datations, were done on the bones.

The collagen isotopy confirms the results of other research groups. The datations place the cave bear occupation of the cave in the Hengelo-Denekamp Interstadial complex (OIS 3).

Résumé

(résultats des recherches dans la première grotte alpine allemande contenant des restes d'ours des cavernes)

La grotte découverte en 1996 dans le Laubenstein (Chiemgau / Bavière) a surtout livré des restes d'*Ursus spelaeus* et d'*Ursus arctos*. Il s'agit de la première grotte alpine contenant des ossements d'ours des cavernes en Allemagne.

DR. W. ROSENDAHL, Geologisch-Paläontologisches Institut, Schnittspahnstr. 9, D-64287 Darmstadt
Prof. Dr. G. GRUPE, Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie, Karolinenplatz 2a, D-80333 München

Un sondage fut effectué et de nombreuses analyses furent menées sur les ossements, datations absolues et telles isotopie du collagène.

L'isotopie du collagène confirme les résultats d'autres groupes de chercheurs et les datations placent l'occupation de la grotte par les ours des cavernes dans la complexe interstadiaire Hengelo-Denekamp (Stade Isotopique 3).

1. Einleitung

Die Neue-Laubenstein-Bärenhöhle (NLB) liegt 5 km südlich von Frasdorf (Abb. 1) in jurassischen Kalksteinen des Laubensteingebietes (TK 25 Blatt 8239 Niederaschau i. Chiemgau; GK 25 Blatt 8239 Aschau i. Chiemgau; FISCHER & LANGE 1963)

Die Höhle wurde im November 1996 durch A. HOFMANN aus Rosenheim entdeckt und zum Schutz gegen Raubgrabungen 1997 mit einem Tor verschlossen (DARGA & HOFMANN 1998).

Die überregionale wissenschaftliche Bedeutung der NLB liegt in den paläontologischen Funden, vor allem in den Resten von *Ursus spelaeus*. Obwohl es in Deutschland große alpine Karstgebiete mit bedeutenden Höhlensystemen gibt, war bisher keine alpine Höhlenbärenhöhle bekannt (ROSENDAHL et al. 2000). Eine weitere wissenschaftliche Bedeutung kommt der Höhle hinsichtlich ihres ungestörten Fundkomplexes zu. Hier besteht die Möglichkeit eine im Fundkomplex ungestörte Höhlenbärenhöhle in Deutschland erstmalig systematisch und interdisziplinär erforschen zu können. Von 1996 bis 1999 geschah dies unter der Leitung von R. DARGA, seit 1999 in Zusammenarbeit mit W. ROSENDAHL.

Zu den bisher begonnenen bzw. durchgeführten Forschungsarbeiten (DARGA et al. 2001) gehören:

- die Vermessung der Höhle durch Mitglieder regionaler Höhlenvereine
- eine erste paläontologische Grabung (DARGA 1999)
- die Artbestimmung der Oberflächen- und Grabungsfunde
- eine Paläo-DNA-Analyse an Höhlenbärenknochen (KÜHN et al. 2001). Zwei von insgesamt fünf Proben enthielten DNA-Sequenzen mit 135 Basenpaaren einer mtDNA-Kontrollregion. Bisher war es nur einer französischen Arbeitsgruppe (HÄNNI et al. 1994) gelungen, ein kurzes Stück mitochondrialer Höhlenbären-DNA zu sequenzieren.
- Pollenanalytische Untersuchungen an Höhlensedimenten
- sedimentologische und sediment-petrographische Untersuchungen an Lehmproben
- TIMS-U/Th-Datierungen an Sinterproben (ROSENDAHL & KEMPE 2000)
- AMS-¹⁴C-Datierungen an Knochenfunden. Insgesamt Sechs Proben, drei von *Ursus spelaeus*, zwei von *Ursus arctos* und eine von *Capra ibex* wurden datiert. Grabung und die paläontologischen Untersuchungen hatten deutlich gemacht, dass die Funde mindestens zwei verschiedenen geologischen Altersgenerationen angehören. Die Datierungsergebnisse belegen drei Altersgruppen. Die jüngsten Faunenreste (Steinbock und ein Braunbär, beides Funde aus dem Kriechgang) lassen sich 11.350 ± 50 a BP (GrA-13377) bzw. 1.140 ± 50 a BP (GrA-13379) dem Spätglazial (Alleröd und Jüngere Dryas) zuweisen (Abb. 2).

Die zweite Altersgruppe, alles Höhlenbären, fällt mit Daten von $36.610 + 320/-300$ a BP (GrA-13380), $39.520 + 440/-410$ a BP (GrA-13378) und $42.360 + 590/-550$ a BP (GrA-13382) in den Hengelo-Denekamp Interstadial-Komplex des Sauerstoffisotopenstadiums 3 und korreliert mit den Grönland-Interstadialen (GI) 9 bis 11 nach DANSGAARD et al. 1993. Das regionale Vegetationsbild war zu dieser Zeit durch eine offene Waldlandschaft mit *Pinus*, *Picea* und *Betula* geprägt (ANDEL & TZEDAKIS 1996). Die Jahresdurchschnittstemperatur lag etwa 4°C° unter der heutigen (GUIOT et al. 1989).

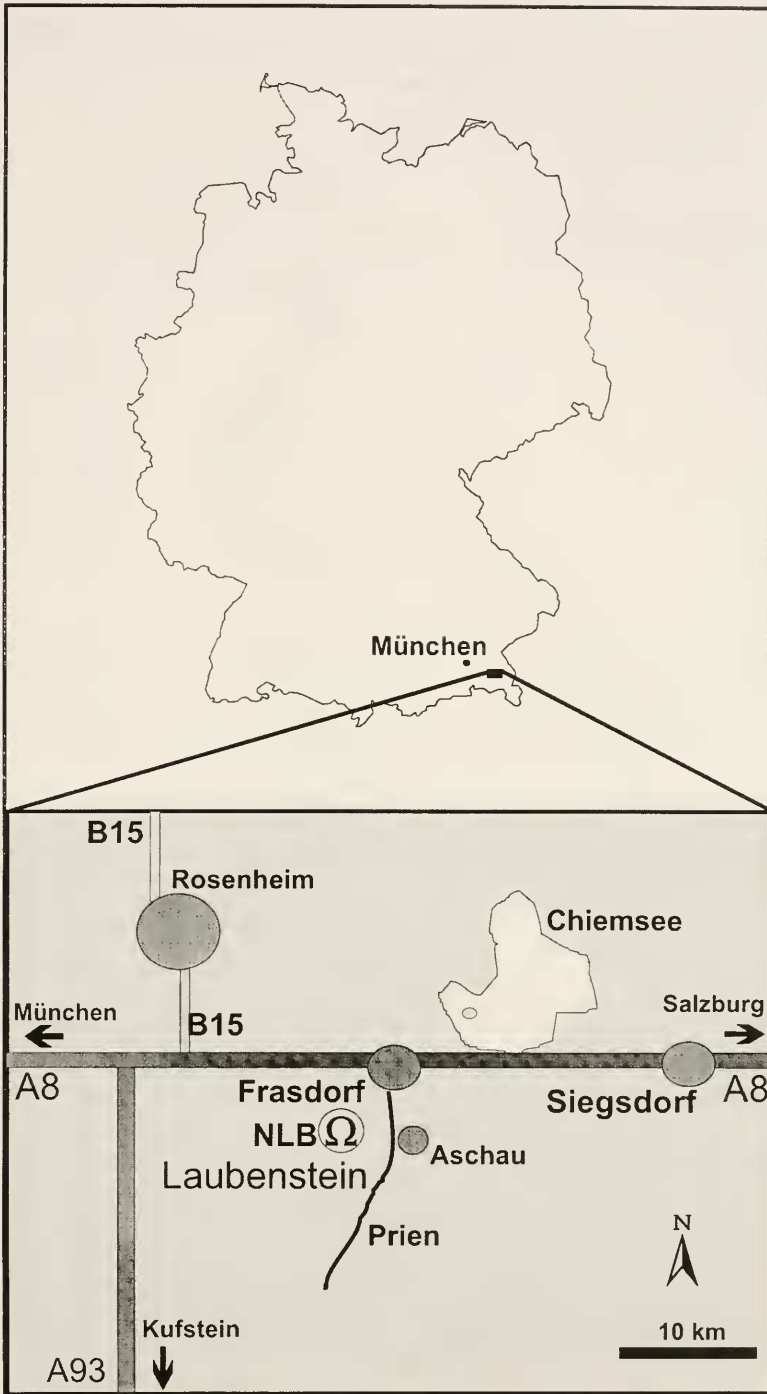


Abb. 1: Geographische Lage des Laubensteingebietes und der Neuen-Laubenstein-Bärenhöhle (NLB).
Graphik W. Rosendahl.

Eine dritte Faunenaltersgruppe ist durch einen Humerus von *Ursus arctos* nachgewiesen, für den lediglich ein Alter von > 50.000 a BP (GrA-13383) ermittelt werden konnte. Dieser Fund soll zukünftig nochmals mit der U/Th-Methode datiert werden.

2. Untersuchungen zur Nahrungspräferenz

Kollagen-Isotopie-Analysen sollten Aufschluss über die Nahrungspräferenz der Laubenstein-Höhlenbären geben, insbesondere vor dem Hintergrund jüngerer Publikationen, denen zufolge Höhlenbären als extreme Herbivoren apostrophiert werden. Dies leite sich aus den auffallend niedrigen Stickstoffisotopien ab (vgl. BOCHERENS et al. 1997, 1999).

Vom Höhlenbärenschädel LAUB 66 wurde dazu ein ca. 2g schweres Knochenfragment zur Kollagenextraktion und anschließender Bestimmung der $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte entnommen. Das Material weist eine sehr gute Kollagenerhaltung auf, so daß die Isotopien als valide Messdaten angesehen werden können. Mit einem $\delta^{13}\text{C}$ -Wert von $-23,78\text{‰}$ bezog das Tier seine Nahrung aus einer von C_3 -Pflanzen dominierten Umwelt. Mit einem $\delta^{15}\text{N}$ -Wert von $1,37\text{‰}$ liegt der Fund noch unter den bislang publizierten Meßwerten für Höhlenbären. Eine vordergründige Interpretation dieses Datums als Anzeiger für extreme Herbivorie ist unseres Erachtens jedoch nicht zulässig, da der besondere Metabolismus von Winterschläfern in die Diskussion mit einbezogen werden muss.

Wir interpretieren die archäometrischen Daten des Fundes im Sinne eines überwiegend herbivoren Nahrungsverhaltens mit einem Schwerpunkt auf C_3 -Pflanzen, wobei der Konsum geringer Mengen tierischer Nahrung nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

Zur Methodik: Knochenkollagen wurde auf dem Wege der Gelatinisierung gewonnen: – 100 mg zermahlener Knochen für 20 min in 10ml 1M HCl demineralisieren, – Fälln von Huminstoffen über Nacht in 10 ml 0.125 M NaOH, – Gelatinisieren für 10h in 0.001 M HCl (pH 3) bei 90°C, – Filtrieren und Lyophilisieren. 1 mg des gefriergetrockneten Kollagens wurde für 12h in 6N HCl hydrolysiert, mit Li-Citratpuffer versetzt und einer Aminosäureanalyse unterzogen. 0.85 mg des gefriergetrockneten Kollagens wurde am Lehrstuhl für Biologische Chemie der TU München über einen Elementaranalysator der Massenspektrometrie zugeführt.

Meßergebnisse: Der Proteinextrakt weist ein kollagentypisches Aminosäurechromatogramm ohne Kontaminationen auf und ist auch durch einen N-Gehalt von 12.7% für seinen guten Erhaltungsgrad ausgewiesen. Das Kollagen hat ein $\delta^{13}\text{C}$ von $-23,78\text{‰}$ ($\pm 0,1\text{‰}$), eine Zweifachmessung von $\delta^{15}\text{N}$ ergab Werte von $+1,39$ bzw. $+1,34\text{‰}$ ($\pm 0,2\text{‰}$), im Mittel also $1,37\text{‰}$. Angesichts der Aminosäure-Zusammensetzung des Extraktes sind die gemessenen Isotopien korrekt und können im Sinne des Nahrungsverhaltens interpretiert werden.

Interpretation: Das Verhältnis stabiler Kohlenstoff- und Stickstoffisotope im Kollagen ist nicht nur nahrungsabhängig, sondern variiert mit den geographischen und klimatischen Bedingungen. Streng genommen kann daher eine Einordnung der Isotopien des Laubensteiner Höhlenbären nur unter Hinzuziehung zeitgleicher Daten von Pflanzen und Tieren bekannten Nahrungsverhaltens vorgenommen werden. Da solche Daten nicht erbracht werden konnten, muß sich der Vergleich in diesem Falle auf publizierte Daten von Höhlenbären aus anderen Regionen beschränken. Die Mehrzahl der entsprechenden veröffentlichten Daten stammen von der Arbeitsgruppe um MARIOTTI und BOCHERENS (z. B. BOCHERENS et al. 1997 & 1999).

Der $\delta^{13}\text{C}$ -Wert des Höhlenbärenschädels LAUB 66 liegt mit $-23,78\text{‰}$ um etwa 2‰ niedriger als heutige Werte von Säugetieren aus einem C_3 -pflanzendominierten Standort. Diese Abweichung ist zwanglos mit der damaligen stärkeren Bewaldung und den herrschenden klimatischen Bedingungen zu erklären.

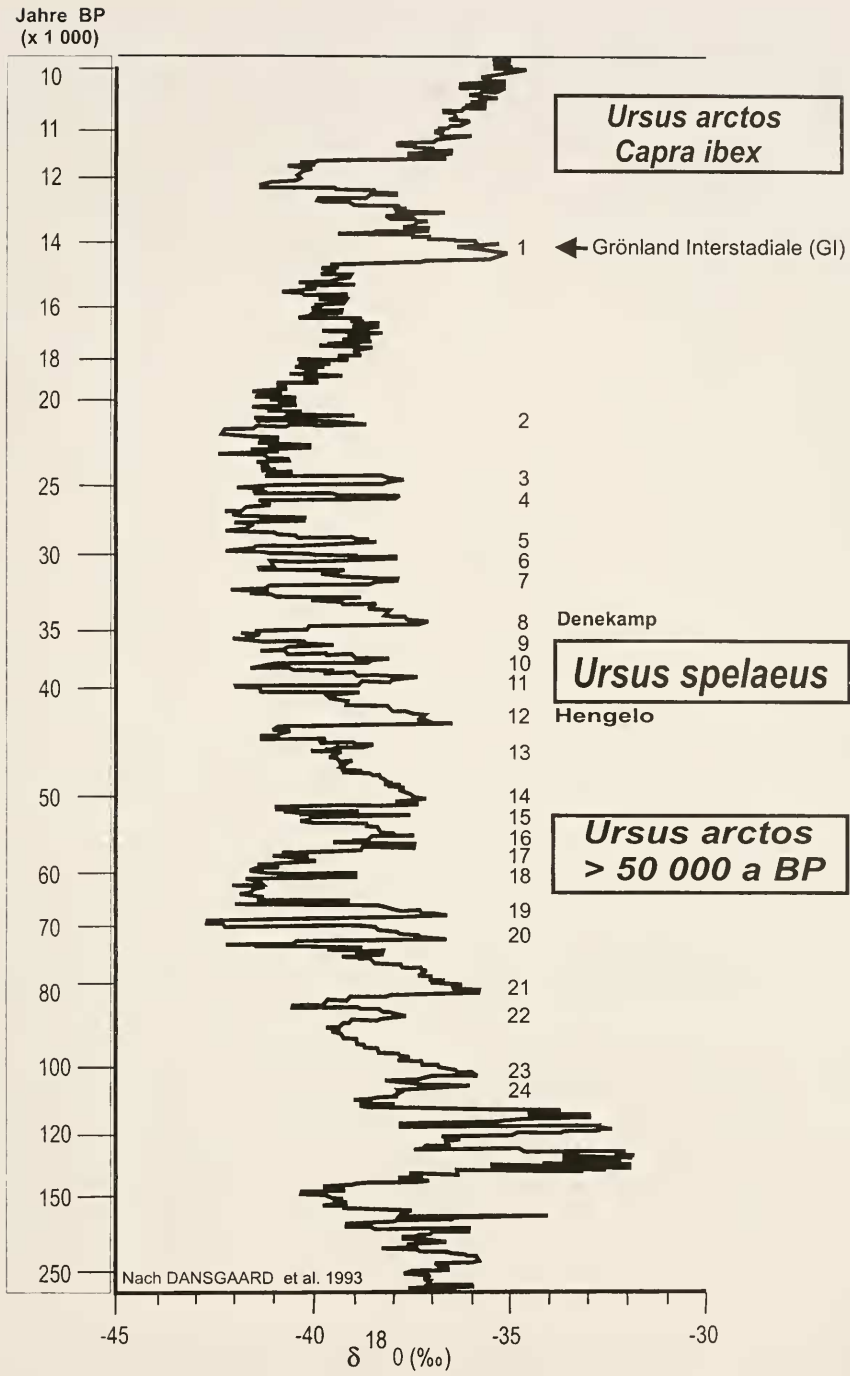


Abb. 2: Sauerstoffisotopenkurve (¹⁸O/¹⁶O) des GRIP Eisbohrkernes (nach DANSGAARD et al. 1993). Darin dargestellt die zeitlichen Positionen der Fauna aus der Neuen-Laubenstein-Bärenhöhle. Graphik Rosendahl

Interpretationsbedürftig sind die für Höhlenbärenknochen offenbar durchgängig besonders niedrigen Stickstoffisotopien, welche für mehrere Standorte Europas vor allem auch im Vergleich mit Braunbären belegt worden sind. Höhlenbärenfunde aus Frankreich und Belgien wurden daher aufgrund dieser Stickstoffisotopien als Repräsentanten von strikten Vegetariern interpretiert. Der Laubensteiner Höhlenbär fügt sich mit einer Stickstoffisotopie von lediglich 1,37 ‰ völlig in dieses Bild ein und unterschreitet mit diesem Wert sämtliche bislang publizierten Daten (vgl. Tab. 1). Grundsätzlich gilt, daß mit steigender Trophiestufe die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte steigen, so daß vordergründig die Einschätzung von Höhlenbären als strikte Vegetarier gerechtfertigt erscheint. Es müssen jedoch spezielle metabolische Aspekte berücksichtigt werden, die vor allem bei Winterschläfern zum Tragen kommen. Da die Fundsituation auch des Laubensteiner Höhlenbären nahe legt, daß das Tier während des Winterschlafes verstorben ist, sollen diese Aspekte kurz referiert werden. Vorausschickend sei aber angemerkt, dass es sich mangels kontrollierter Experimente und mangels Vergleichsdaten hierbei lediglich um eine hypothetische, wenn auch plausible Interpretation der Stickstoffisotopie handelt.

Aufgrund der langsamen Umbaurate von Knochenkollagen reflektieren die Isotopien den ganzjährigen Durchschnitt des Nahrungsverhaltens. Da Bären einen etwa 5 Monate langen Winterschlaf halten, während dessen keine Nahrung aufgenommen wird, repräsentiert die Stickstoffisotopie eine Mischung aus tatsächlichem Nahrungsverhalten und den speziellen Stoffwechselmechanismen während des Winterschlafes. Während dieser Schlafphase wird der Baustoffwechsel stark reduziert bis gänzlich eingestellt. Die Umbaurate des Kollagens muß hiervon betroffen sein. Während des Winterschlafes wird kaum Urin abgesetzt, dieser wird extrem konzentriert, was zu einer Anreicherung des Organismus mit dem schweren Stickstoffisotop führt (bzgl. der physiologischen Variabilität von Stickstoffisotopien im Säugetier vgl. AMBROSE 1993). Weibliche Tiere werfen und lactieren während des Winterschlafes, was innerhalb des Organismus zum Aufbau von Protein zu Lasten der bestehenden Eiweißsubstanz führt, ebenfalls Prozesse, welche zur Anreicherung des neugebildeten Proteins mit schwerem Stickstoffisotop führen. Das Absenken der Körperkerntemperatur auf bis zu 32° Celsius führt nicht nur zu einer Verlangsamung sämtlicher Stoffwechselaktivitäten, sondern dürfte gleichermaßen dazu geeignet sein, daß sich in den schwach umbauaktiven Kompartimenten des Körpers bevorzugt leichtes Stickstoffisotop einlagert.

Für die Winterschlafphase dürfte also gelten: Diejenigen Kompartimente des Organismus, welche wenig stoffwechselaktiv sind, sind durch niedrige Stickstoffisotopien gekennzeichnet, während andere Kompartimente aufgrund der geschilderten physiologischen Prozesse durch besonders hohe Stickstoffisotopien ausgewiesen sein müssen. Innerhalb des Gesamtorganismus muß jedoch in bezug auf die Häufigkeit der schweren und leichten Isotope eine Massebalance vorliegen, wobei aufgrund des eingeschränkten Baustoffwechsels für die Stickstoffisotopie im Knochenkollagen insgesamt niedrige Werte postuliert werden müssen. Da die Winterschlafphase mehrere Monate dauert, spiegelt sich diese dort entstehende niedrige Stickstoffisotopie im Jahresdurchschnitt im Knochenkollagen wider. Neue Untersuchungen stützen diese Hypothese: Nach HARLOW et al. (2001) dürfte während des Winterschlafes Stickstoff aus dem Harn für die Proteinsynthese recycled werden, also Stickstoff mit besonders niedriger Isotopie. Da Bären während des Winterschlafes weniger als 23% ihrer Muskelkraft verlieren, werden darüber hinaus rhythmische Muskelkontraktionen postuliert, welche einen physischen Reiz auf das Skelett ausüben.

Wir folgen der gängigen Interpretation von Stickstoffisotopien von Höhlenbärenfunden insoweit, als diese Tiere in der Tat eine große Menge pflanzlicher Nahrung konsumiert haben sollten. Der Konsum geringerer Mengen tierischer Nahrung kann jedoch keinesfalls ausgeschlossen werden, die oben geschilderten Mechanismen sind jedoch dafür verantwortlich, daß sich diese Nahrungsbestandteile im Knochenkollagen nicht ausreichend niederschlagen. Die

Tab. 1: C- und N-Isotopien von Höhlenbärenfunden im Vergleich

Fundort	Fund-Nr.	Probe	%N(Kollagen)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Laubenstein	LAUB 66	Schädel	12,7	- 23,78	+ 1,37
Scladina,					
Schicht 4	SC83 65	Phalanx I	15,3	-23,3	+ 3,7
	SC86 113	Phalanx I	15,0	-23,1	+ 3,0
	SC86 113	Phalanx II	13,2	-23,6	+ 4,5
	SC86 87	Phalanx	11,0	-23,0	+ 3,3
Scladina,					
Schicht 1 a	SC85 130	Mandibula	14,8	- 22,5	+ 3,7
	SC85 130	Dentin	15,7	- 23,3	+ 4,5
	SC82 352	Mandibula	15,2	- 22,1	+ 5,7
	SC82 352	Dentin	14,7	-23,2	+ 8,4
	SC87 171	Maxilla	15,8	-22,2	+ 6,0
	SC87 171	Dentin	15,7	- 23,3	+ 7,3
	SC87 103	Phalanx II	16,0	- 21,8	+ 5,1
	SC82 131	Phalanx II	15,6	- 21,8	+ 3,0
	SC86 136	Phalanx II	15,4	- 22,0	+ 6,1
	SC83 291	Phalanx II	15,5	- 22,2	+ 5,0
	SC83 295	Dentin	15,5	- 23,0	+ 6,5
	SC83 283	Dentin	15,9	- 22,7	+ 5,7
	SC83 295	Dentin	15,7	- 22,8	+ 7,1
	SC83 63	Dentin	15,9	- 22,5	+ 7,0

Zuweisung eines strikt vegetarischen Nahrungsverhaltens von Höhlenbären erscheint uns übereilt. Die Interpretation eines überwiegend herbivoren Nahrungsverhaltens dürfte plausibler sein.

5. Ausblick

Wichtige Grundvoraussetzung für die weitere Erforschung dieser überregional bedeutenden Höhlenlokalität ist, dass alle bisherigen Funde von einer Institution inventarisiert und rechtlich in Besitz genommen werden können. Nur unter solchen Umständen ist gewährleistet, dass das Fundgut auch langfristig der internationalen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung steht und verschiedene Forschungsergebnisse nachvollziehbar bzw. reproduzierbar bleiben.

Sowohl in Bezug auf die bisherigen Forschungen wie auch hinsichtlich der noch in der Höhle befindlichen Funde, wäre es sehr wünschenswert, wenn die Forschungen in der Neuen-Laubenstein-Bärenhöhle fortgeführt und erweitert werden könnten. Zukünftige Untersuchungen könnten z. B. sein: weitere Knochendatierungen (^{14}C und U/Th), OSL Datierungen an Quarzgeröllen, Schwermineralanalysen an Sedimentproben sowie paläontologische Spezialuntersuchungen zur Taphonomie und Höhlenbären evolution.

6. Dank

Der Naturkundlichen Abteilung der Sektion München im Deutschen Alpenverein, dem Verein der Freunde der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie sowie dem Verein der Freunde des Naturkunde- und Mammut-Museums Siegsdorf ist für die finanzielle Unterstützung der paläontologischen Grabung zu danken. Der Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. stellte Forschungsfördermittel für drei ^{14}C Datierungen zur Verfügung.

7. Schriftenverzeichnis

- AMBROSE, S.H. (1993): Isotopic analysis of paleodiets: Methodological and interpretive considerations.- In: SANDFORD, M.K. (ed.): Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analysis in Anthropology: 59–130, 9 Abb., 5 Tab.; Gordon & Breach, Langhorne, Pennsylvania.
- ANDEL VAN, T. H. & TZEDAKIS, P.C. (1996): Palaeolithic landscapes of Europe and environs, 150.000 – 25.000 years ago: an overview. – *Quat. Sci. Rev.*, **15**: 481–500, 14 Abb.; London.
- BOCHERENS, H., BILLIOU, D., PATOU-MATHIS, M., BONJEAN, D., OTTE, M. & MARIOTTI, A. (1997): Paleobiological implications of the isotopic signatures (^{13}C , ^{15}N) of fossil mammal collagen in Seladina Cave (Selayn, Belgium). – *Quat. Res.*, **48**: 370–380, 6 Abb., 6 Tab.; Academic Press, San Diego, USA.
- BOCHERENS, H., BILLIOU, D., MARIOTTI, A., PATOU-MATHIS, M., OTTE, M., BONJEAU, D. & TOUSSAINT, M. (1999): Palaeoenvironmental and palaeodietary implications of isotopic biogeochemistry of last interglacial Neanderthal and mammal bones in Seladina Cave (Belgium). – *J. Archaeol. Sci.*, **26**: 599–607, 8 Abb., 2 Tab.; Academic Press, San Diego, USA.
- DANSGAARD, W., JONSEN, S.J., CALUSEN, H.B., DAHL-JENSEN, D., GUNDESTRUP, N.S., HAMMER, C.U., HVIDBERG, C.S., STEFFENSEN, J.P., SVEINBJÖRNDOTTIR, A.E., JOUZEL, J. & BOND, G. (1993): Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. – *Nature*, **364**: 218–220, 2 Abb.; Macmillan Publishers, London.
- DARGA, R. (1999): Die neue Bärenhöhle im Laubensteingebiet, Chiemgauer Alpen – Ein interdisziplinäres Forschungsobjekt. – *Freunde der Bayer. Staatsslg. Paläontologie u. Hist. Geologie, Jahresber. 1998 u. Mitt.*, **27**: 52–59, 6 Abb.; München.
- DARGA, R. & HOFMANN, A. (1998): Eine neue Bärenhöhle im Laubensteingebiet, Chiemgauer Alpen. – In: JUNG, W. (Hrsg.), *Naturerlebnis Alpen*: 131–136, 5 Abb.; Verlag Dr. F. Pfeil, München.
- DARGA, R. & ROSENDAHL, W. (2001): Die Neue-Laubenstein-Bärenhöhle (1341/33) / Chiemgau – Entdeckung und erste Forschungsergebnisse. – *Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch.*, **47(3)**: 60–66, 10 Abb., 2 Tab.; München.
- FISCHER, R. & LANGE, S. (1963): Zur Geologie des Laubensteingebietes. – In: TREIBS (1963): 11–23, 1 geol. u. karstmorphol. Kt. 1:12500, 1 Profiltaf.; Blaubeuren.
- GUIOT, J., PONS, J., DE BEAULIEU, J.L. & REILLE, M. (1989): A 140.000-year continental climate reconstruction from two European pollen records. – *Nature*, **338**: 309–313, 3 Abb., 1 Tab.; Macmillan Publishers, London.
- HANNI, C., LAUDAT, V., STEHELIN, D. & TABERLET, P. (1994): Tracking the origins of the cave bear (*Ursus spelaeus*) by mitochondrial DNA sequencing. – *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **91**: 12336–12340, 3 Abb., 1 Tab.; Washington.
- HARLOW, H. J., LOHUIS, T. BECK, T. D. I., IAIZZO, P.A. (2001): Muscle strength in overwintering bears. – *Nature*, **409**: 997, 1 Abb.; Macmillan Publishers, London.
- KÜHN, R., SCHRÖDER, W. & ROTTMANN, O. (2001): Sequencing mtDNA of the cave bear *Ursus spelaeus* from the Bavarian Alps is feasible by nested and touchdown PCR. – *Acta Theriologica*, **46** (1): 61–68, 3 Abb., 2 Tab.; Białowieca.
- ROSENDAHL, W., DARGA, R., KÜHN, R. & PACHER, M. (2000): Der Höhlenbär in Bayern. – 48 S., 29 Abb., 12 Taf.; Verlag Dr. F. Pfeil, München.
- ROSENDAHL, W. & KEMPE, S. (2000): Sinterchronologie – Paläoklima im Pleistozän Zentraleuropas. Bericht zum DFG-Projekt Ke 287–17/1: 28 S., 10 Taf.; Darmstadt (unveröff.).
- TREIBS, W. (1963): Das Laubensteingebiet im Chiemgau – seine Landschaft, seine Höhlen- und Karsterscheinungen. – *Jahresheft für Karst- und Höhlenkunde*, **1962**, (3): I–XVIII, 338 S., 90 Abb., 12 Beil.; München.

Tafel 1

Fig. 1: Der Höhlenbärenschädel LAUB 66 in Fundlage. Der Fund wurde mit ^{14}C -AMS auf 39.520 +440/-410 a BP (GrA-13378) datiert. Länge des Schädels 45 cm.

Fig. 2: Der isolierte Höhlenbärenschädel LAUB 66. Von diesem Schädel wurden Proben zur Paläo-DNA-Analyse und zur Knochenkollagenisotopie entnommen. Die Löcher in der Hinterhauptsregion stammen von der DNA-Beprobung.



ROSENDAHL, W. & GRUPE, G.: Höhlenbären

Tafel 1